

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002298

International filing date: 16 February 2005 (16.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-040405
Filing date: 17 February 2004 (17.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

17.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 2月17日

出願番号 Application Number: 特願2004-040405

[ST. 10/C]: [JP2004-040405]

出願人 Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

2005年 3月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 2004-0038
【提出日】 平成16年 2月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01J 43/06
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社
【氏名】 久嶋 浩之
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社
【氏名】 下井 英樹
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社
【氏名】 影山 明広
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社
【氏名】 井上 圭祐
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社
【氏名】 伊藤 益保
【特許出願人】
【識別番号】 000236436
【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社
【代理人】
【識別番号】 100088155
【弁理士】
【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【選任した代理人】
【識別番号】 100092657
【弁理士】
【氏名又は名称】 寺崎 史朗
【選任した代理人】
【識別番号】 100124291
【弁理士】
【氏名又は名称】 石田 悟
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014708
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

入射した光に応じて電子を放出する光電面と、前記光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、前記電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備える光電子増倍管において、

前記電子増倍部は前記光電面が電子を放出する方向と交わる方向に電子を走行させるよう延びる溝部を有することを特徴とする光電子増倍管。

【請求項 2】

前記電子増倍部は、前記溝部を形成する一対の側壁それぞれに前記電子を衝突させて前記電子増倍を行う、請求項 1 に記載の光電子増倍管。

【請求項 3】

前記溝部の側壁には凸部が形成されている、請求項 1 又は 2 に記載の光電子増倍管。

【請求項 4】

入射した光に応じて電子を放出する光電面と、前記光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、前記電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備える光電子増倍管において、

前記陽極が配置される第 1 のガラス基板と、前記光電面が配置される第 2 のガラス基板と、前記第 1 のガラス基板及び前記第 2 のガラス基板の間に配置され、前記電子増倍部が形成されているシリコン基板と、を備え、

前記シリコン基板は前記第 1 のガラス基板と前記第 2 のガラス基板とのそれぞれ密接して真空容器を形成していることを特徴とする光電子増倍管。

【請求項 5】

前記シリコン基板と前記第 1 のガラス基板及び前記第 2 のガラス基板とは陽極接合によって接合されている、請求項 4 に記載の光電子増倍管。

【請求項 6】

前記陽極は前記シリコン基板が囲む空間内に配置されており、前記第 1 のガラス基板に陽極接合によって接合されている、請求項 4 に記載の光電子増倍管。

【請求項 7】

前記電子増倍部は前記第 1 のガラス基板に陽極接合によって接合されている、請求項 4 に記載の光電子増倍管。

【請求項 8】

入射した光に応じて電子を放出する光電面と、前記光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、前記電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備える光電子増倍管において、

前記陽極が配置される第 1 の基板と、前記光電面が配置される第 2 の基板と、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間に配置され、前記電子増倍部が形成されているシリコン基板と、を備え、

前記第 1 の基板と前記シリコン基板及び前記第 2 の基板と前記シリコン基板はそれぞれガラス部材を介在させて相互に密接して真空容器を形成していることを特徴とする光電子増倍管。

【請求項 9】

前記第 1 の基板はシリコン材料によって形成されている、請求項 8 に記載の光電子増倍管。

【請求項 10】

前記第 2 の基板はガラス材料によって形成されており、前記第 2 の基板と前記シリコン基板との間に介在するガラス部材は前記第 2 の基板に含まれる、請求項 8 に記載の光電子増倍管。

【書類名】明細書

【発明の名称】光電子増倍管

【技術分野】

【0001】

本発明は光電子増倍管に関する。

【背景技術】

【0002】

光センサとして光電子増倍管（PMT：Photo Multiplier Tube）がある。光電子増倍管は、光を電子に変換する陰極（光電面）、集束電極、電子増倍部、及び陽極を備え、それらを真空容器に収めて構成される。光電子増倍管では、光が光電面に入射すると、光電面から真空容器中に光電子が放出される。その光電子は集束電極によって電子増倍部に導かれ、電子増倍部によって増倍される。陽極は増倍された電子を受けて信号を出力する（例えば、下記特許文献1及び特許文献2参照）。

【特許文献1】特許第3078905号公報

【特許文献2】特開平4-359855号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

光センサの用途が多様化するにつれ、光電子増倍管をより小型にすることが求められている。そこで、本発明ではより小型化を図ることが可能な光電子増倍管を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の光電子増倍管は、入射した光に応じて電子を放出する光電面と、光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備え、電子増倍部は光電面が電子を放出する方向と交わる方向に電子を走行させるように延びる溝部を有することを特徴とする。

【0005】

本発明の光電子増倍管によれば、電子増倍部の溝部は光電面が電子を放出する方向と交わる方向に電子を走行させるように延びているので、光電面が電子を放出する方向に沿って電子増倍部が形成されている場合に比較して小型化を図ることが可能になる。

【0006】

また本発明の光電子増倍管では、電子増倍部が、溝部を形成する一対の側壁それぞれに電子を衝突させて電子増倍を行うことも好ましい。溝部を形成する一対の側壁それぞれに電子を衝突させて電子増倍を行うので、効率的に電子増倍を行うことができる。

【0007】

また本発明の光電子増倍管では、溝部の側壁には凸部が形成されていることも好ましい。側壁に形成された凸部に電子が衝突して電子増倍を行うことができるので、より効率的に電子増倍を行うことが可能である。

【0008】

本発明の光電子増倍管は、入射した光に応じて電子を放出する光電面と、光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備え、陽極が配置される第1のガラス基板と、光電面が配置される第2のガラス基板と、第1のガラス基板及び第2のガラス基板の間に配置され、電子増倍部が形成されているシリコン基板と、を備え、シリコン基板は第1のガラス基板と第2のガラス基板とのそれぞれ密接して真空容器を形成していることを特徴とする。

【0009】

本発明の光電子増倍管によれば、第1のガラス基板、第2のガラス基板、及びシリコン基板によって真空容器を形成しているので、例えば溶接などによらずに接合することができる、より小型化が可能である。

【0010】

また本発明の光電子増倍管では、シリコン基板と第1のガラス基板及び第2のガラス基板とは陽極接合によって接合されていることも好ましい。陽極接合で真空封止を行っているので容易に加工することが可能となる。

【0011】

また本発明の光電子増倍管では、陽極はシリコン基板が囲む空間内に配置されており、第1のガラス基板に陽極接合によって接合されていることも好ましい。陽極が陽極接合によって第1のガラス基板に接合されているので、例えば溶接などの際に生じる異物の発生といった事態を極力回避できる。

【0012】

また本発明の光電子増倍管では、電子増倍部は第1のガラス基板に陽極接合によって接合されていることも好ましい。電子増倍部が陽極接合によって第1のガラス基板に陽極接合によって接合されているので、例えば溶接などの際に生じる異物の発生といった事態を極力回避できる。

【0013】

本発明の光電子増倍管は、入射した光に応じて電子を放出する光電面と、前記光電面から放出される電子を電子増倍する電子増倍部と、前記電子増倍部で増倍された電子を受けて信号として取り出すための陽極と、を備え、陽極が配置される第1の基板と、光電面が配置される第2の基板と、第1の基板及び第2の基板の間に配置され、電子増倍部が形成されているシリコン基板と、を備え、第1の基板とシリコン基板及び第2の基板とシリコン基板はそれぞれガラス部材を介在させて相互に密接して真空容器を形成していることを特徴とする。

【0014】

本発明の光電子増倍管によれば、第1の基板、第2の基板、シリコン基板、及びガラス部材によって真空容器を形成しているので、例えば溶接などによらずに接合することが可能であり、より小型化が可能である。また、第1の基板とシリコン基板及び第2の基板とシリコン基板はそれぞれガラス部材を介在させて相互に密接しているので、例えば、第1の基板又は第2の基板がシリコンといった材料で形成されていても真空容器を形成することが可能となる。

【0015】

また本発明の光電子増倍管では、第1の基板はシリコン材料によって形成されていることも好ましい。第1の基板をシリコン材料で形成すれば、陽極を配置するための加工が容易になる。

【0016】

また本発明の光電子増倍管では、第2の基板はガラス材料によって形成されており、第2の基板とシリコン基板との間に介在するガラス部材は第2の基板に含まれることも好ましい。第2の基板がガラス材料によって形成されていてガラス部材を含むので、より簡易な構造とすることができます。

【発明の効果】**【0017】**

本発明によれば、より小型化を図ることが可能な光電子増倍管を提供することができた。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

本発明の知見は、例示のみのために示された添付図面を参照して以下の詳細な記述を考慮することによって容易に理解することができる。引き続いて、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

【0019】

図1は光電子増倍管1aの外観を示す斜視図である。光電子増倍管1aは、第1の部分

2（第2のガラス基板）と、第2の部分3（シリコン基板）と、第3の部分4（第1のガラス基板）と、を備える。この光電子増倍管1aは光電面への光の入射方向と、電子増倍部での電子の走行方向が交差する、つまり図1の矢印Aの方向から光が入射されると、光電面から放出された電子が電子増倍部に入射し、矢印Bの方向に電子が走行して増倍していく光電子増倍管である。引き続いて各構成要素について説明する。

【0020】

図2は、図1に示す光電子増倍管1aを第1の部分2、第2部分3、及び第3部分4に分解して示す斜視図である。第1の部分2は、矩形平板状のガラス基板20を基材として構成されている。ガラス基板20の正面20aには矩形の凹部201が形成されており、凹部201の外周はガラス基板20の外周に沿うように形成されている。凹部201の底部には光電面22が形成されている。この光電面22は凹部201の長手方向の一端近傍に形成されている。ガラス基板20の正面20aと対向する面20bには孔202が穿たれていて、孔202は光電面22に至るように形成されている。孔202には光電面端子21が配置されていて、光電面端子21は光電面22に当接している。

【0021】

第2の部分3は、矩形平板状のシリコン基板30を基材として構成されている。シリコン基板30の正面30aからそれに対向する面30bに向かって、凹部301及び貫通部302が形成されている。凹部301及び貫通部302は共にその開口が矩形であって、凹部301及び貫通部302は互いに連結されており、その外周はシリコン基板30の外周に沿うように形成されている。

【0022】

凹部301内には電子増倍部31が形成されている。電子増倍部31は互いに沿うように設けられ、凹部301の底部301aから立設している複数の壁部311を有する。従って、壁部311それぞれの間には溝部が構成されている。この壁部311の側壁（溝部の側壁）及び底部301aには2次電子放出材料によって2次電子放出面が形成されている。従って、電子増倍部31は壁部311及び底部301aに形成されている2次電子放出面で構成されている電子増倍部である。壁部311は凹部301の長手方向に沿って設けられていて、その一端は凹部301の一端と所定の距離を開けて配置され、他端は貫通部302に臨む位置に配置されている。貫通部302内には陽極32が配置されている。陽極32は貫通部302の内壁との間に空隙部を設けて配置されており、第3の部分4に陽極接合によって固定されている。

【0023】

第3の部分4は、矩形平板状のガラス基板40を基材として構成されている。ガラス基板40の正面40aからそれに対向する面40bに向かって、孔401、孔402、及び孔403がそれぞれ穿たれている。孔401には光電面側端子41が、孔402には陽極端子42が、孔403には陽極側端子43が、それぞれ挿入固定されている。また、陽極端子42は第2の部分3の陽極32に当接している。

【0024】

光電子増倍管1aの断面図を図3に示す。図3に示す断面図は、電子増倍管1aの中心を通って長手方向に沿う平面で切断した断面図である。既に説明したように、第1の部分2の凹部201の一端における底部分に光電面22が形成されている。光電面22には光電面端子21が当接している。光電面端子21を介して光電面22に所定の電圧をかけることができる。第1の部分2の正面20a（図2参照）と第2の部分3の正面30a（図2参照）とが陽極接合されて、第1の部分2と第2の部分3とが接合されている。

【0025】

第1の部分2の凹部201に対応する位置に第2の部分3の凹部301及び貫通部302が配置されている。第2の部分3の凹部301には電子増倍部31が配置されていて、凹部301の一端の壁と電子増倍部31との間には空隙部301bが形成されている。従って、第1の部分2の光電面22の直下に第2の部分3の電子増倍部31が位置することになる。第2の部分3の貫通部302内には陽極32が配置されている。陽極32は貫通

部302の内壁と接しないように配置されているので、陽極32と貫通部302との間に空隙部302aが形成されている。また、陽極32は第3の部分4の主面40a（図2参照）に陽極接合されて固定されている。

【0026】

第2の部分3の面30b（図2参照）と第3の部分4の主面40a（図2参照）とが陽極接合されて、第2の部分3と第3の部分4とが接合されている。従って、第1の部分2と、第2の部分3と、第3の部分4とによってそれらの内部に空間が形成されていて、第1の部分2と、第2の部分3と、第3の部分4とを組み立てる際に真空気密の処理がなされて真空容器が構成される（詳細は後述する）。

【0027】

第3の部分4の光電面側端子401及び陽極側端子403はそれぞれ第2の部分3のシリコン基板30に当接しているので、光電面側端子401及び陽極側端子403にそれぞれ所定の電圧をかけることでシリコン基板30の長手方向（光電面22から電子が放出される方向と交差する方向、電子増倍部31を電子が走行する方向）に電位差を生じさせることができ。また、第3の部分4の陽極端子402は第2の部分3の陽極32と当接しているので、陽極32から信号を取り出すことができる。

【0028】

第2の部分3の壁部311近傍の拡大斜視図を図4に示す。シリコン基板30の凹部301内に配置されている壁部311の側壁には凸部311aが形成されている。凸部311aは対向する壁部311に互い違いの位置になるように交互に配置されている。凸部311aは壁部311の上端から下端まで一様に形成されている。

【0029】

光電子増倍管1aは次のような動作をする。第3の部分4の光電面側端子401には-2000Vが、陽極側端子403には0Vがそれぞれ印加されている。尚、シリコン基板30の抵抗は約10MΩである。なお、このシリコン基板30の抵抗値は、シリコン基板30のボリューム、例えば厚さを変えることによって調整することができる。例えば、シリコン基板の厚さを薄くすることによって、抵抗値を上げることができる。ここで、光電面22に光が入射すると、光電面22から第2の部分3に向けて電子が放出される。この放出された電子は、光電面22の直下に位置する電子増倍部31に入射する。シリコン基板30の長手方向には電位差が生じているので、電子増倍部31に入射した電子は陽極32側へ向かう。電子増倍部31は複数の壁部311で構成されていて、壁部311それぞれの間には溝が形成されている。従って、電子増倍部31に入射した電子は壁部311の側壁及び対向する側壁311間の底部301aに衝突し、複数の2次電子を放出する。電子増倍部31では次々に電子増倍が行われて、光電面から電子増倍部への入射電子1個あたり $10^5 \sim 10^7$ 個の2次電子が生成される。この生成された2次電子は陽極32に入射し、陽極端子402から信号を取り出される。

【0030】

引き続いて、本実施形態の光電子増倍管の製造方法について説明する。本実施形態の光電子増倍管を製造する場合には、直径4インチのシリコン基板（図2の第2の部分3を形成するためのもの）と、同形状の2枚のガラス基板（図2の第1の部分2及び第3の部分4を形成するためのもの）とを準備し、それらを微小な領域（例えば、数ミリ四方）に区分してそれぞれの領域に以下に説明する加工を施す。以下に説明する加工が終了すると領域ごとに分割して光電子増倍管が完成する。引き続いて、その加工方法について、図5（A）～図5（E）及び図6（A）～図6（E）を参照しながら説明する。

【0031】

まず、図5（A）に示すように、厚さ0.3mm、比抵抗 $30\text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン基板50を準備し、シリコン基板50の両面にそれぞれシリコン熱酸化膜60及びシリコン熱酸化膜61を形成する。このシリコン熱酸化膜60及びシリコン熱酸化膜61は、DEEP-RIE（Reactive Ion Etching）加工時のマスクとして機能する。続いて、図5（B）に示すようにレジスト膜70をシリコン基板50の裏面側に形

成する。レジスト膜70には、図2の貫通部302と陽極32との間の空隙に対応する除去部701が形成されている。この状態でシリコン熱酸化膜61をエッチングすると、図2の貫通部302と陽極32との間の空隙部に対応する除去部611が形成される。

【0032】

図5(B)の状態からレジスト膜70を除去し、DEEP-RIE加工を行う。図5(C)に示すように、シリコン基板50には図2の貫通部302と陽極32との間の空隙に対応する空隙部501が形成される。続いて、図5(D)に示すようにレジスト膜71をシリコン基板50の表面側に形成する。レジスト膜71には、図2の壁部311と凹部301との間の空隙に対応する除去部711と、図2の貫通部302と陽極32との間の空隙に対応する除去部712と、図2の壁部311相互の間の溝に対応する除去部(図示せず)と、が形成されている。この状態でシリコン熱酸化膜60をエッチングすると、図2の壁部311と凹部301との間の空隙に対応する除去部601と、図2の貫通部302と陽極32との間の空隙に対応する除去部602と、図2の壁部311相互の間の溝に対応する除去部(図示せず)と、が形成される。

【0033】

図5(D)の状態から、シリコン基板50の裏面側にガラス基板80を陽極接合する。このガラス基板80には、図2の孔401に相当する孔801、図2の孔402に対応する孔802、図2の孔403に対応する孔803がそれぞれ予め加工されている。続いて、レジスト膜71を除去し、シリコン基板50の表面側からDEEP-RIE加工を行う。図6(A)に示すように、予め裏面から空隙部501の加工がなされていた部分については貫通し、図2の陽極32に相当する島状部52が形成される。この陽極32に相当する島状部52はガラス基板80に陽極接合されていることで固定されている。また、図2の壁部311間に溝に相当する溝部51と、図2の壁部311と凹部301との空隙に相当する凹部503とが形成される。ここで、溝部51の側壁及び底部301aには2次電子放出面が形成される。

【0034】

続いて、図6(B)に示すように、ガラス基板90を準備する。ガラス基板90には座ぐり加工で凹部901(図2の凹部201に相当)が形成されていて、ガラス基板90の表面から凹部901に至るよう孔902(図2の孔202に相当)が穿たれている。図6(C)に示すように、図2の光電面端子21に相当する光電面端子92が孔902に挿入固定されると共に、凹部901には光電面91が形成される。

【0035】

図6(A)まで加工が進んだシリコン基板50及びガラス基板80と、図6(C)まで加工が進んだガラス基板90とが、図6(D)に示すように真空気密の状態で陽極接合される。その後、図2の光電面側端子41に相当する光電面側端子81が孔801に、図2の陽極端子42に相当する陽極端子82が孔802に、図2の陽極側端子43に相当する陽極側端子83が孔803に、それぞれ挿入固定されて図6(E)に示す状態となる。この後、チップ単位で切り出されて図1及び図2に示すような光電子増倍管が完成する。

【0036】

本実施形態の変形例について図7を参照しながら説明する。図7は光電子増倍管10の断面図を示している。光電子増倍管10は、第1の部分11(第2の基板)と、第2の部分12(シリコン基板)と、第3の部分13(ガラス部材)と、第4の部分14(第1の基板)とがそれぞれ陽極接合されて構成されている。第1の部分11はガラス製であり、その第2の部分12に対向する面には凹部11bが形成されている。この凹部11bの底部のほぼ全面に渡って光電面112が形成されている。光電面112に電位を与える光電面電極113が、後述する表面電極に接する表面電極端子111が、それぞれ凹部11bの一端及び他端にそれぞれ配置されている。

【0037】

第2の部分12は、シリコン基板12aに管軸方向と平行に多数の孔121が穿たれている。この孔121の内面は2次電子放出面加工がなされている。また、孔121それぞ

れの両端の開口部近傍には表面電極122及び裏面電極123が配置されている。孔121及び表面電極122の位置関係を図7（B）に示す。図7（B）に示すように、孔121に臨むように表面電極122が配置されている。尚、裏面電極123についても同様である。表面電極122は表面電極端子111が当接し、裏面電極123には裏面電極端子143が当接している。従って、第2の部分12においては孔121が設けられている軸線方向に電位が発生し、光電面112から放出された電子は孔121内を図中下方に進行する。

【0038】

第3の部分13は、第2の部分12と第4の部分14とを接続するための部材であって、第2の部分12と第4の部分14との双方に陽極接合されている。

【0039】

第4の部分14は、シリコン基板14aに多数の孔141が穿たれている。この孔141のそれぞれに陽極142が挿入固定されている。

【0040】

図7に示す光電子増倍管10においては、図中上方から光が入射すると、第1の部分11のガラス基板を透過して光電面112に入射する。光電面112から第2の部分12に向かって電子が放出される。この放出された電子は第3の部分13の孔121に入る。孔121に入った電子は孔121の内壁に衝突しながら2次電子を生成し、生成された2次電子は第4の部分14に向かって放出される。この放出された電子を陽極142が受け、信号を取り出すことができる。

【0041】

引き続いて、本実施形態の光電子増倍管1aを用いた分析モジュールについて説明する。図8（A）に、本実施形態の光電子増倍管1aを用いた分析モジュール85の構成を示す。分析モジュール85は、ガラスプレート850と、ガス導入管851と、ガス排気管852と、溶媒導入管853と、試薬混合反応路854と、検出部855と、廃液溜856と、試薬路857とを備える。ガス導入管851及びガス排気管852は分析対象となるガスを分析モジュール85に導入し排気するためのものである。ガス導入管851から導入されたガスはガラスプレート850上に形成されている抽出路853aを通り、ガス排気管852から外部に排出される。従って、溶媒導入管853から導入された溶媒を抽出路853aを通すことによって、導入されたガス中に特定の関心物質（例えば、環境ホルモンや微粒子）が存在した場合、それらを溶媒中に抽出することができる。

【0042】

抽出路853aを通った溶媒は、抽出した関心物質を含んで試薬混合反応路854に導入される。試薬混合反応路854は複数あり、試薬路857からそれに対応する試薬が導入され、混合される。試薬が混合された溶媒は反応を行なながら試薬混合反応路854を検出部855に向かった進行する。検出部855において関心物質の検出が終了した溶媒は廃液溜856に廃棄される。

【0043】

検出部855の構成について図8（B）を参照しながら説明する。検出部855は、発光ダイオードアレイ855aと、光電子増倍管1aと、電源855cと、出力回路855bとを備える。発光ダイオードアレイ855aは、ガラスプレート850の試薬混合反応路854それぞれに対応して複数の発光ダイオードが設けられているものである。発光ダイオードアレイ855aから出射された励起光（図中実線矢印）は、試薬混合反応路854に導かれる。試薬混合反応路854には関心物質が含まれうる溶媒が流れており、試薬混合反応路854内において関心物質を試薬と反応させた後に、検出部855に対応する試薬混合反応路854に励起光が照射され、蛍光又は透過光（図中破線矢印）が光電子増倍管1aに到達する。この蛍光又は透過光は光電子増倍管1aの光電面22に照射される。

【0044】

既に説明したように光電子増倍管1aには複数の溝（本例の場合には20チャネル相当）

分) を有する電子増倍部が設けられているので、どの位置の(どの試薬混合反応路854の)蛍光又は透過光が変化したのかを検出できる。この検出結果は出力回路855bから出力される。また、電源855cは光電子増倍管1aを駆動するための電源である。尚、ガラスプレート850上にはガラス薄板(図示しない)が配置されていて、ガス導入管851、ガス排気管852、溶媒導入管853とガラスプレート850との接点部及び廃液溜856と試薬路857の試料注入部を除き、抽出路853a、試薬混合反応路854、試薬路857(試料注入部を除く)等を蓋している。

【0045】

本実施形態によれば、電子増倍部31はシリコン基板30aに溝加工をすることで形成されており、シリコン基板30aはガラス基板40aに陽極接合されているため、振動する部分がない。従って、光電子増倍管1aは耐震性、耐衝撃性が向上している。

【0046】

陽極32はガラス基板40aに陽極接合されているため、溶接時の金属飛沫がない。このため、光電子増倍管1aは電気的な安定性や耐震性、耐衝撃性が向上している。陽極32はその下面全体でガラス基板40aと陽極接合されるため、衝撃、振動で陽極32が振動しない。このため、光電子増倍管1aは耐震性、耐衝撃性が向上している。

【0047】

また、内部構造を組み立てる必要がなく、ハンドリングが簡単なため作業時間が短い。第1の部分2、第2の部分3、及び第3の部分4によって構成される真空容器と内部構造が一体的に構成されているので小型化が容易である。内部には個々の部品がないため、電気的、機械的な接合が不要である。

【0048】

第1の部分2、第2の部分3、及び第3の部分4によって構成される真空容器の封止には特別な部材を必要としないため、本実施形態のようにウェハーサイズでの封止が可能である。封止後にダイシングして複数の光電子増倍管とするため、作業が容易であって安価に製作できる。

【0049】

金属酸化膜を必要としない封止のため異物が発生しない。このため、光電子増倍管1aは電気的な安定性や耐震性、耐衝撃性が向上している。

【0050】

電子増倍部31においては、壁部311で構成される複数の溝の側壁に電子が衝突しながら電子増倍していく。このため、構造が簡単で多くの部品を必要としないため容易に小型化可能である。

【0051】

本実施形態の光電子増倍管1aを用いた分析モジュール85によれば、微小な粒子の検出が可能となる。また、抽出から反応、検出までを連続して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

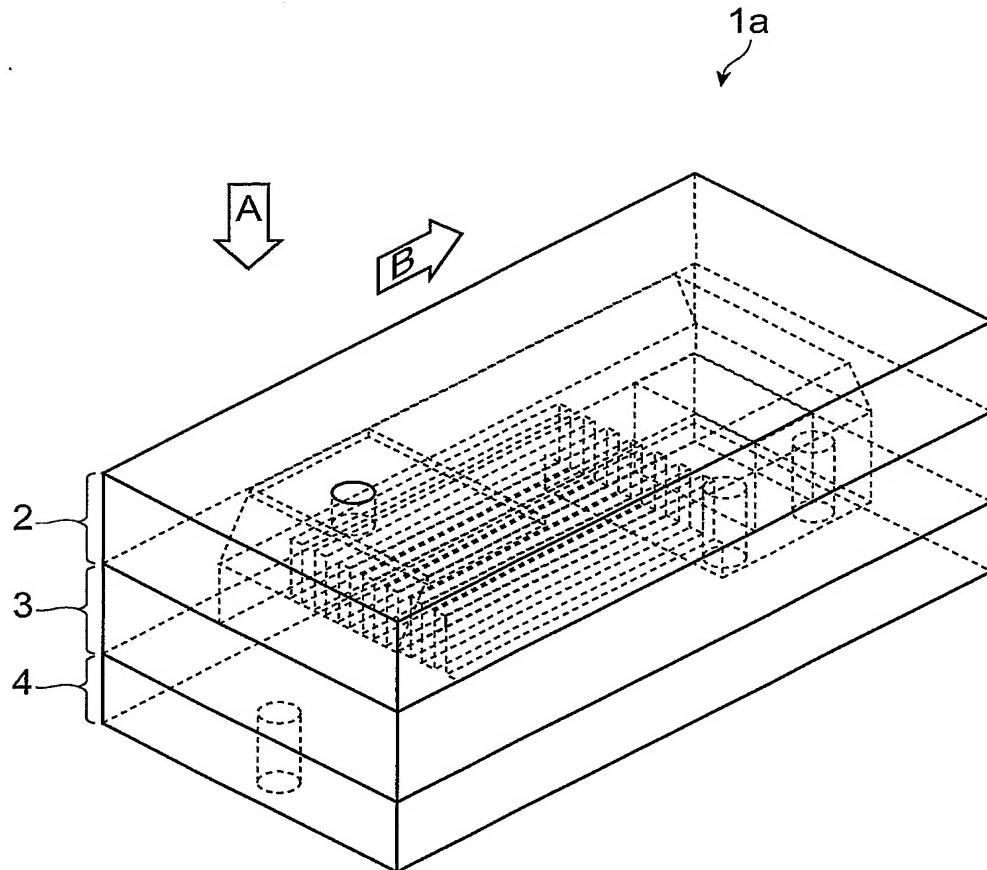
- 【図1】本実施形態の光電子増倍管を示す図である。
- 【図2】本実施形態の光電子増倍管を示す図である。
- 【図3】本実施形態の光電子増倍管を示す図である。
- 【図4】本実施形態の光電子増倍管を示す図である。
- 【図5】本実施形態の光電子増倍管の加工方法を説明するための図である。
- 【図6】本実施形態の光電子増倍管の加工方法を説明するための図である。
- 【図7】本実施形態の光電子増倍管の変形例を示す図である。
- 【図8】本実施形態の光電子増倍管を用いた検出モジュールを示す図である。

【符号の説明】

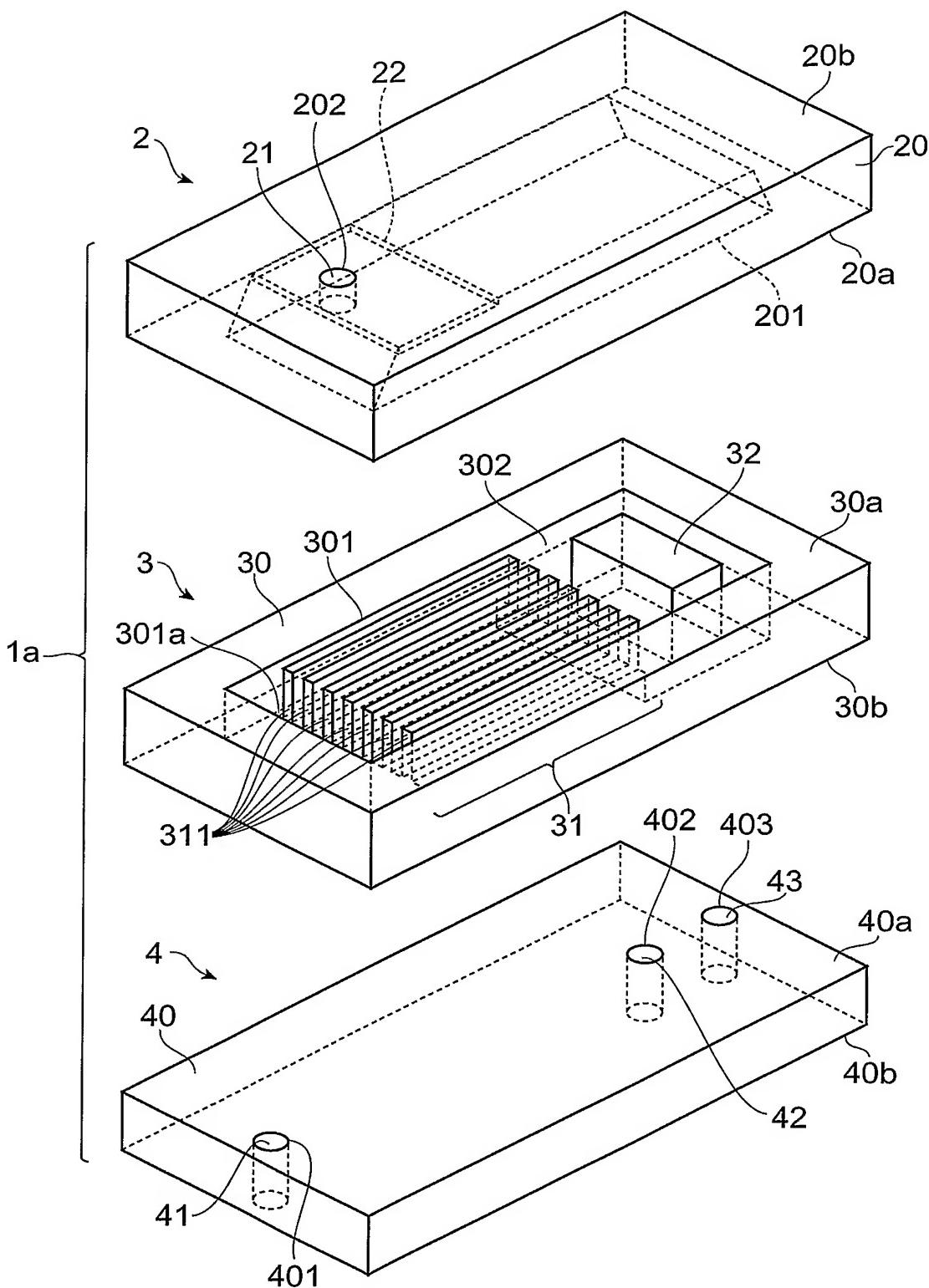
【0053】

1a…光電子増倍管、2…第1の部分、3…第2の部分、4…第3の部分、22…光電面、31…電子増倍部、32…陽極、42…陽極端子。

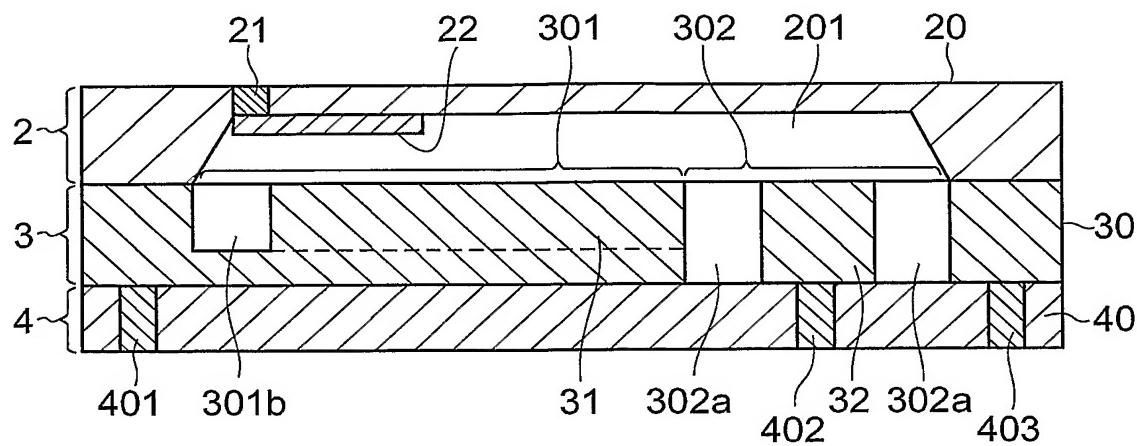
【書類名】 図面
【図 1】



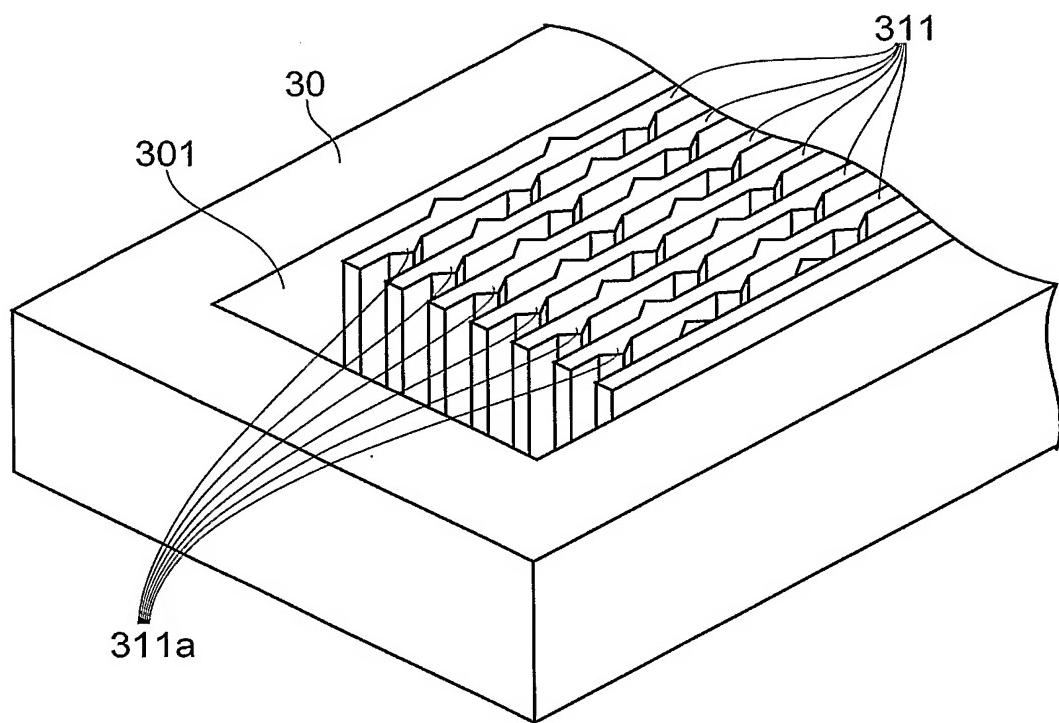
【図 2】



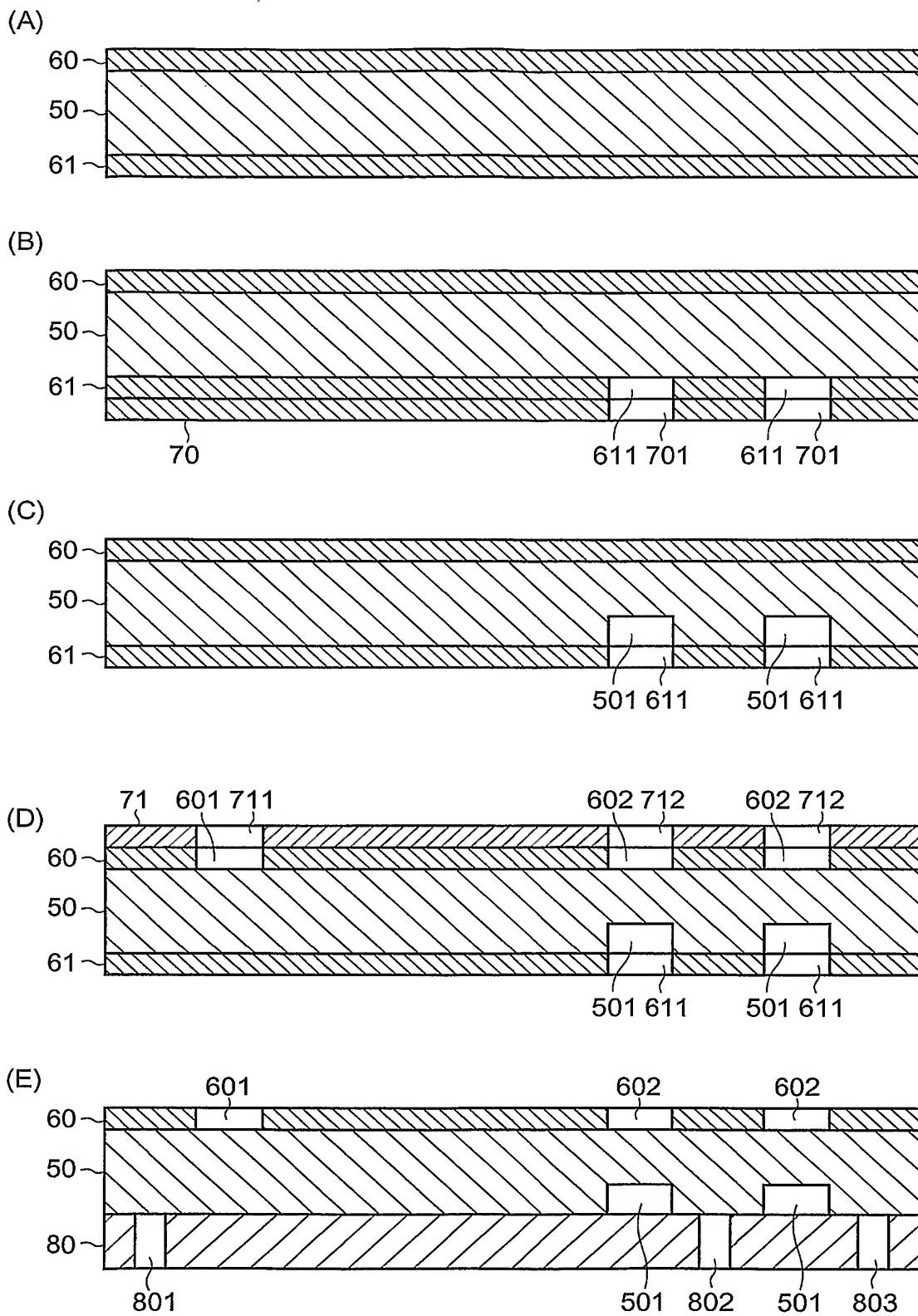
【図3】



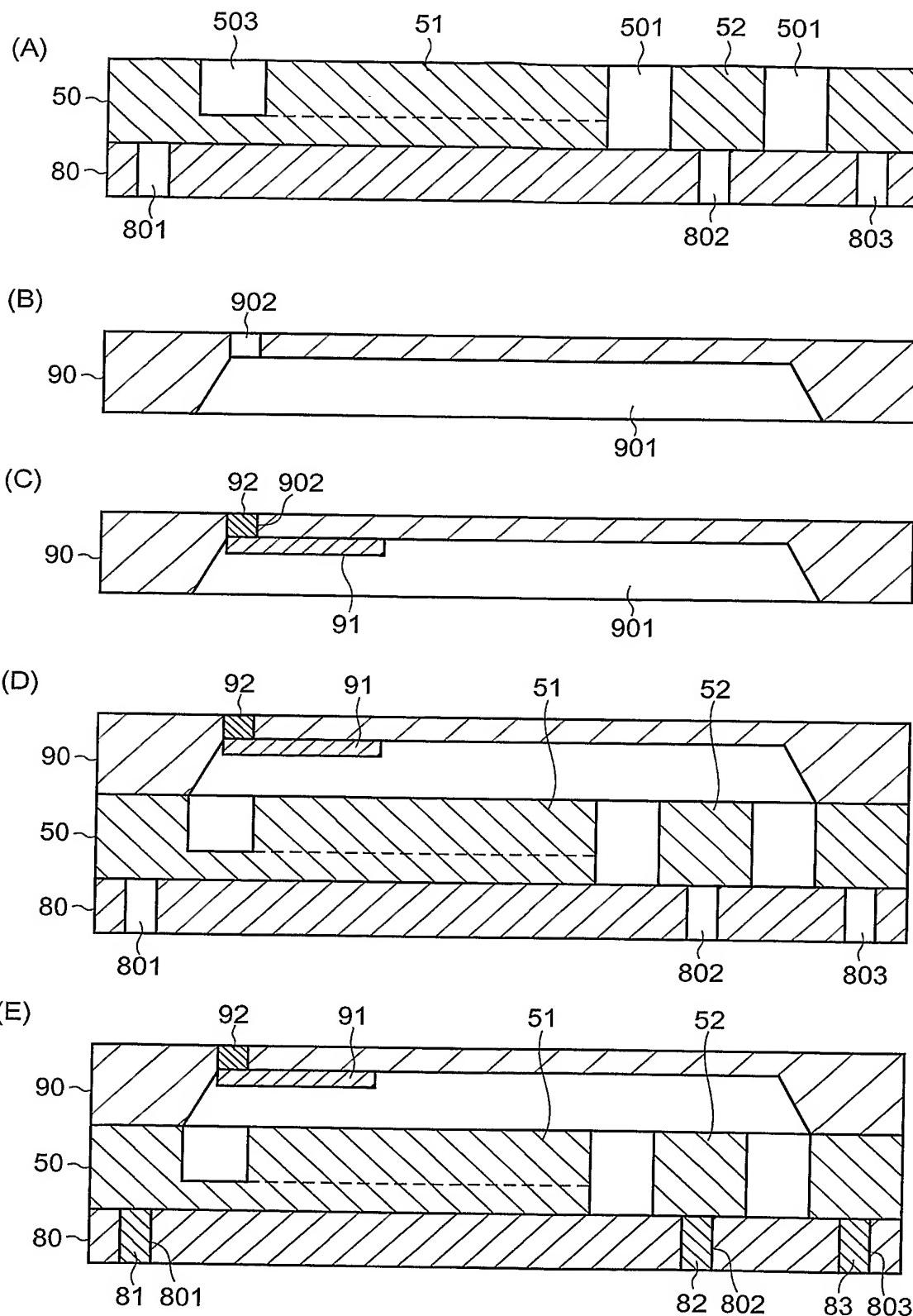
【図 4】



【図5】

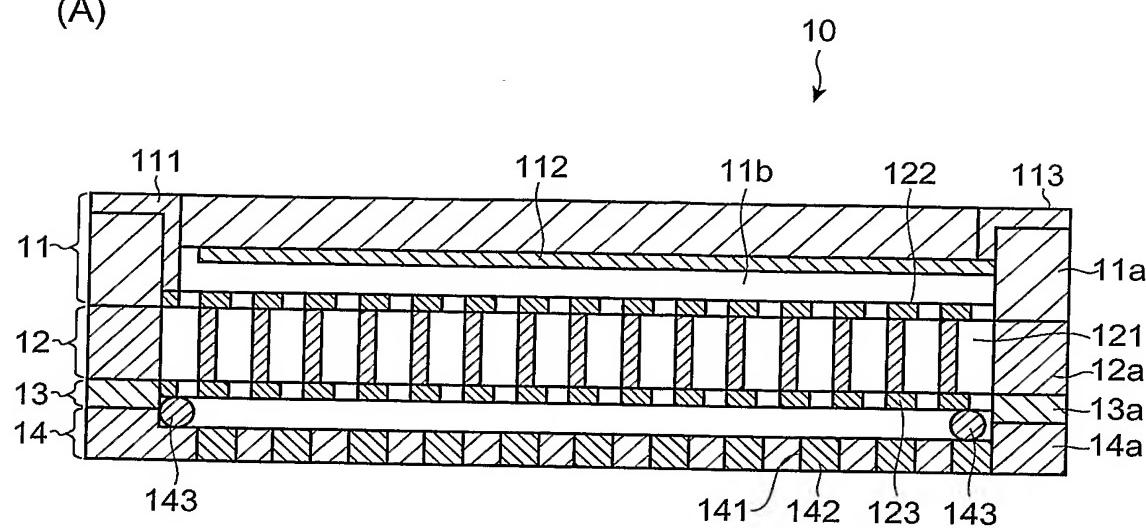


【図 6】

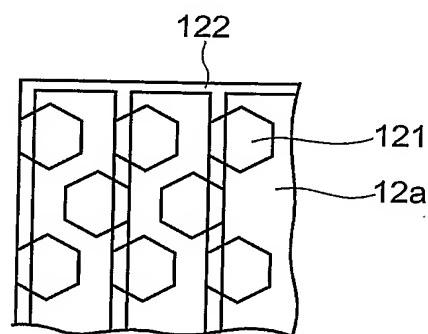


【図7】

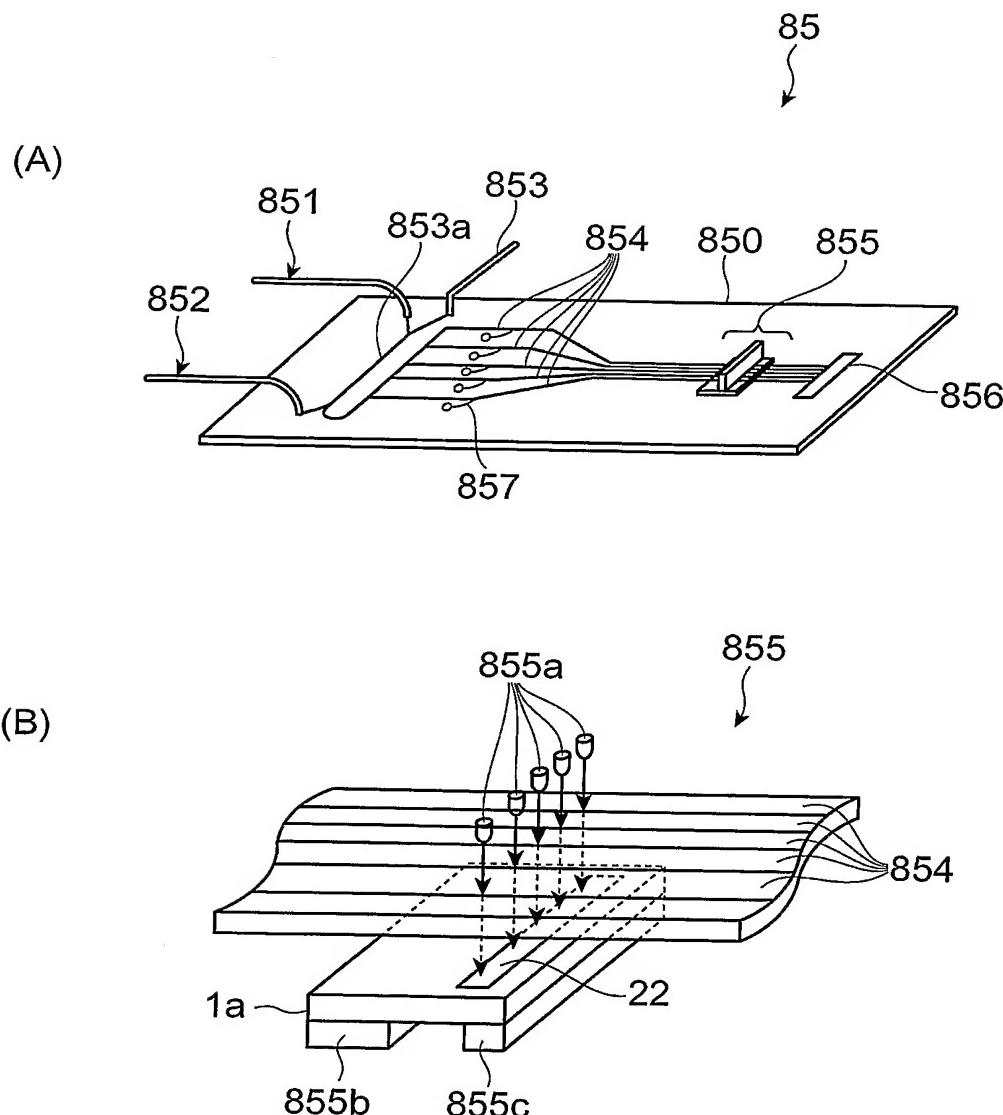
(A)



(B)



【図 8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 より小型化を図ることが可能な光電子増倍管を提供すること。

【解決手段】 この光電子増倍管1aは、入射した光に応じて電子を放出する光電面22と、光電面22から放出される電子を2次電子増倍する電子増倍部31と、電子増倍部31で生成された2次電子を取り出すための陽極32と、を備え、電子増倍部31は光電面が電子を放出する方向と交わる方向に電子を走行させるように延びる溝部を有し、この溝部の側壁に電子が衝突することで2次電子増倍を行う。

【選択図】 図2

特願 2004-040405

出願人履歴情報

識別番号 [000236436]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住所 静岡県浜松市市野町1126番地の1
氏名 浜松ホトニクス株式会社